

高等学校教材



李续武 吴 宁 编著

计	算		
机	软	件	
设	计	基	础

西北工业大学出版社

高等学校教材

计算机软件设计基础

李续武 吴 宁 编著

西北工业大学出版社

1995年6月 西安

(陕) 新登字 009 号

【内容简介】 本书是编者围绕计算机软件设计这一主题所编写的有关基础知识。全书分六章, 内容包括计算机的一般知识、常用数据结构、操作系统、编译技术、程序设计与测试和软件开发等。每章附有习题, 可用来巩固和深化所学的内容。

本书内容力求简明扼要, 深入浅出。可作为大专院校电子工程、自动控制等非计算机专业本科生及研究生的教材, 也可供从事计算机系统工程的设计、实现、验证、维护方面的科技工作者参考。

高等学校教材

计算机软件设计基础

李毅武 吴 宁 编著

责任编辑 付高明

责任校对 樊 力

*

© 1995 西北工业大学出版社出版

(710072 西安市友谊西路 127 号 5269046)

陕西新华书店发行

西北工业大学出版社印刷厂印装

ISBN 7-5612-0736-0/TP·81 (课)

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 12.875 字数 307 千字

1995 年 6 月第 1 版

1995 年 6 月第 1 次印刷

印数: 1—2 000 册

定价: 10.00 元

购买本社出版的图书, 如有缺页、错页的, 本社发行部负责调换。

前 言

本书是一本大学教材,供电子工程、自动控制等非计算机专业的大学生以及研究生使用。

编者总结长期从事程序设计语言、计算机数学和软件基础方面的教学经验,针对“软件设计”这个课题,编写了这本教材。总的框架是围绕两条线:程序设计和软件可靠性。

程序设计的实质是对确定的问题选择一种好的数据结构从而设计出一种好的算法。可见,算法是程序设计的基础,数据则是程序设计加工和处理的对象。根据确定的实际问题,首先要设计算法,算法的确定很大程度上取决于数据结构,数据结构直接影响算法的选择和效率,因此,我们在第二章就介绍了常用的数据结构,研究数据元素之间的逻辑关系和存贮关系以及有关运算,并对运算给出了算法复杂性的分析,在第五章的开始介绍了算法的有关内容。

程序的设计与运行需要系统软件和有关应用软件的支持。程序运行环境对程序设计和软件开发,具有重要的作用。操作系统是系统软件的核心软件,围绕着它还有编辑程序、编译程序、装配连接程序以及系统软件以外的应用软件包、函数标准库等,构成了所谓程序运行环境,其中,操作系统和编译程序又是重点内容。因此,第三章、第四章分别介绍了操作系统和编译技术。本书的第一章介绍了计算机的一般知识和用系统工程的观点和方法开发软件的思想;第五章程序设计与测试和第六章软件开发是全书的落脚点,围绕程序设计与软件可靠性两条线。为此,本书取名为《计算机软件设计基础》。

附录中有《计算机软件设计基础》教学基本要求,仅供实施教学时参考,还有 ASCII 码字符集和名词索引供需要时查用。

本书的第一、三、五、六章由李续武编写,第二、四章由吴宁编写,李续武担任全书主编。

西安电子科技大学计算机系陈家正教授,在百忙中对全书进行了仔细认真的审阅,并提出了许多宝贵的意见。在编写和出版的过程中,得到了南京航空航天大学、北京航空航天大学、西北工业大学电子工程系、西北工业大学出版社以及印刷部门许多同志的关心、支持和帮助。在此,向他们表示衷心的感谢。

由于编写者的水平有限,书中的错误和不当之处,恳请读者不吝批评指正。

编 者

1994 年 6 月

目 录

前 言	1
第一章 绪论	1
§ 1.1 计算机的一般知识	1
1.1.1 计算机的定义、特点、用途和分类	1
1.1.2 计算机系统	2
§ 1.2 用系统工程的观点和方法开发软件	6
1.2.1 系统和系统工程	6
1.2.2 用系统工程的观点和方法指导软件开发	8
习题一	11
第二章 常用的数据结构	12
§ 2.1 数据结构的概念	12
§ 2.2 线性表	13
2.2.1 线性表的逻辑结构	13
2.2.2 线性表的顺序存贮结构	13
2.2.3 线性表的运算	14
2.2.4 数组	16
§ 2.3 链表	19
2.3.1 单链表	19
2.3.2 链表的运算	20
2.3.3 循环链表	22
2.3.4 多重链表	24
§ 2.4 栈与队列	25
2.4.1 栈	25
2.4.2 队列	27
2.4.3 栈与队列的应用	30
§ 2.5 树与二叉树	32
2.5.1 树的基本概念	33
2.5.2 二叉树	34
2.5.3 遍历二叉树	36
2.5.4 二叉树的应用	37
§ 2.6 图	41

2.6.1 图的基本概念	41
2.6.2 图的存贮结构	42
2.6.3 图的遍历	44
§ 2.7 查找	45
2.7.1 顺序查找	46
2.7.2 折半查找	47
2.7.3 树型查找	48
2.7.4 散列查找	49
§ 2.8 排序	53
2.8.1 选择排序	53
2.8.2 冒泡排序	54
2.8.3 插入排序	55
2.8.4 希尔排序	56
2.8.5 快速排序	56
习题二	58
第三章 操作系统	62
§ 3.1 概述	62
3.1.1 操作系统的功能	62
3.1.2 操作系统的类型	63
§ 3.2 处理机管理	65
3.2.1 多道程序	65
3.2.2 进程及其状态	66
3.2.3 作业调度	68
3.2.4 进程调度	70
3.2.5 交通控制	71
3.2.6 死锁问题	73
§ 3.3 存贮管理	74
3.3.1 单一连续区分配	75
3.3.2 分区式分配	76
3.3.3 分页分配	80
3.3.4 分段分配	83
§ 3.4 设备管理	85
3.4.1 通道技术	85
3.4.2 中断功能	86
3.4.3 设备管理程序	87
§ 3.5 文件管理	88
3.5.1 文件及其分类	88
3.5.2 文件系统的功能	89

3.5.3 文件系统的结构·····	89
3.5.4 文件的建立和使用·····	91
§ 3.6 微型计算机的操作系统·····	92
3.6.1 PC-DOS ·····	93
3.6.2 UNIX 系统·····	95
习题三 ·····	96
第四章 编译技术 ·····	98
§ 4.1 程序设计语言的处理程序·····	98
4.1.1 汇编程序·····	98
4.1.2 编译程序和解释程序 ·····	100
§ 4.2 编译程序的结构 ·····	101
§ 4.3 词法分析 ·····	102
4.3.1 词法分析的任务 ·····	102
4.3.2 词法分析程序的结构 ·····	103
§ 4.4 语法分析与语义分析 ·····	109
4.4.1 语法分析与语义分析的任务 ·····	109
4.4.2 语法语义分析方法 ·····	109
§ 4.5 中间语言表示 ·····	115
4.5.1 逆波兰表示 ·····	115
4.5.2 四元式 ·····	117
4.5.3 三元式 ·····	118
§ 4.6 代码优化 ·····	118
4.6.1 局部优化 ·····	119
4.6.2 循环优化 ·····	120
§ 4.7 目标代码生成 ·····	123
习题四·····	124
第五章 程序设计与测试 ·····	125
§ 5.1 程序设计 ·····	125
5.1.1 算法 ·····	125
5.1.2 数据结构 ·····	127
5.1.3 程序设计方法 ·····	127
5.1.4 工具 ·····	138
§ 5.2 程序的测试和调试 ·····	142
5.2.1 测试的概念 ·····	142
5.2.2 测试用例设计 ·····	147
5.2.3 测试过程 ·····	153
5.2.4 程序测试的方式和测试工具 ·····	158

5.2.5 程序调试	160
习题五	170
第六章 软件开发	171
§ 6.1 概述	171
6.1.1 软件工程	171
6.1.2 软件和软件生命期	171
§ 6.2 软件工程的目标及三个侧面	175
6.2.1 软件工程的目标	175
6.2.2 软件工程的三个侧面	175
§ 6.3 软件计划与需求分析	177
6.3.1 软件计划	177
6.3.2 软件需求分析	179
§ 6.4 软件设计与编码	180
6.4.1 软件设计	180
6.4.2 软件设计方法	182
6.4.3 软件编码	183
§ 6.5 软件维护	184
6.5.1 软件维护定义	184
6.5.2 可维护性	184
6.5.3 维护任务	185
习题六	186
附录	187
附录一 《计算机软件设计基础》教学基本要求	187
附录二 ASCII 码字符集	188
附录三 名词索引	192
参考文献	197

第一章 绪 论

§ 1.1 计算机的一般知识

1.1.1 计算机的定义、特点、用途和分类

1. 什么是计算机

计算机是指电子计算机。

电子计算机是一种能够自动进行的高速而又精确的信息处理的现代化的电子设备。因为计算机能对输入的信息进行自动加工与处理，从这个意义上来说，计算机就是信息处理的工具，称为信息处理机。可以预言，到了 21 世纪，计算机将成为人们日常生活中必不可少的东西。作为人类脑力延伸的重要助手，计算机也称为电脑。

计算机具有计算和逻辑判断两种能力，是一般机器所难以比拟的。

2. 计算机的特点

(1) 运算速度快

计算机具有四种基本操作：运算、比较、选择/决定和数据传送。这四种操作的速度是计算机巨大价值的关键因素。正是这个速度，使我们今天能预报明天的天气；正是这个速度，使我们能瞬时计算出航天飞机的几十个姿态数据，来控制下一瞬间的姿态；正是这个速度，使我们可以在今天完成明天或更长的时间才能完成的工作。

对计算机来说，每秒种进行几百万次的运算，已经是很普通的事。我国的银河机运算速度达到每秒一亿次，世界上还有每秒可运算十几亿次的计算机。

(2) 精确度高

计算机十分可靠，在程序正确的条件下，它不但运算得快，而且运算结果精度高。它的精度可达千分之几到百万分之几，这是一般计算工具无法相比的。

(3) 有存贮大量信息和逻辑判断能力

计算机的运算速度为什么那么快？这是因为它能将人们编好的程序和所需要的数据都存贮起来，不用每做一步都要输入一条指令，这样就为高速运算创造了条件。

计算机还能进行逻辑判断，这就使得它的应用范围不断扩大，使它除了能进行科学技术的数值计算以外，还能进行属于非数值计算的许多工作。

(4) 不厌其烦地进行大量重复的操作

计算机在进行大量重复的操作时，从不感到厌烦和疲劳而出现差错。如果让它重复计算一百万个数，那么它对第一个和最后一个同样精心。这样，我们就有充分理由相信计算机的结果，并且让计算机来承担普通人难以完成的工作。

(5) 应用范围广泛

计算机应用范围遍及各个领域，例如它可用于工业、农业、军事、民用、科研、生产，甚

至每个家庭。而且它的应用范围仍在日益扩大。

3. 计算机的用途

早期的计算机，主要是用于科技领域内的数值计算。例如，解方程、求函数值、求定积分等。先输入原始数据，经过计算，最后输出结果。但由于计算机有逻辑判断的能力，它可以完成许多“数值计算”之外的工作，它可以处理字母、符号、表格、图像、声音、指纹等各种信息。就以数据而论，也不仅限于计算，它可以对数据进行排序、查找、插入和删除，这些是建立在数据结构基础上的运算，属于非数值计算的范畴。计算机这种从数值计算发展到非数值计算是一个飞跃。

计算机的用途是很广泛的，大致可分为以下几个方面：

(1) 数值计算

数值计算是指已知一些数据（原始数据），经过一定的计算，得出结果数据（输出数据），使得两组数据之间满足一定的运算关系和精度要求。例如，“计算方法”中所涉及的计算、卫星轨迹计算、水坝应力计算等。

(2) 信息处理

指的是对原始数据进行收集、存贮、分类、制表、检索等等。例如，财务管理、图书检索、编辑排版、批阅试卷和办公自动化等等。

(3) 实时控制

实时系统通常是用于某一专门的目的，它要随时采集来自现场的信息，加以分析处理，并在限定的时间内做出响应。例如，航空电子综合火力系统、导弹控制等。

(4) 工厂自动化

体现在工厂的设计管理、经营生产、设备控制等方面广泛使用计算机。

(5) 计算机辅助设计

计算机可以帮助人们设计图纸、工业产品（如汽车、飞机、桥梁、服装）甚至计算机芯片，称之为计算机辅助设计，它广泛应用于电子、航空、机械等方面。

(6) 智能模拟

用计算机模拟人的智力活动，可完成人的部分脑力劳动和体力劳动。例如，专家系统可以用计算机给人看病，机器人可以采矿、灭火、核爆炸现场处理等。智能计算机已在许多方面显示出了它的作用。

4. 计算机的分类

根据用途来划分有通用机和专用机之别。通用机是指为解决多方面问题而设计的计算机，功能强，结构复杂。专用计算机是指为解决某一专门问题而设计的计算机，如弹道控制、地震监测等，功能单一，结构比通用机简单。

根据计算机的规模、功能、速度、存贮容量等综合性指标来划分，又可分为巨型机、大中型机、小型机及微型计算机等。

1.1.2 计算机系统

一个完整的计算机系统是由计算机的硬件和软件组成的。

1. 计算机硬件

计算机硬件是指计算机装置本身，它分为主机和辅助设备。主机包括控制器、运算器和

存贮器三个部分，其中运算器与控制器又称为中央处理机，简称 CPU。控制器是计算机的指挥控制中心，其功能是向机器的各个部分发出控制信号，来使整个机器自动地、高效率地、协调地进行工作。运算器是在控制器的控制下直接完成各种算术运算、逻辑运算和其它操作的部件。存贮器是用来存贮程序、原始数据、中间数据和最后结果的部件。辅助设备包括输入设备（例如，键盘、卡片读入机和纸带输入机等）、输出设备（例如，终端屏幕显示和宽行打印机等）和外存贮器（例如，磁盘、磁带和磁鼓等）。计算机硬件的组成方框图如图 1.1 所示。

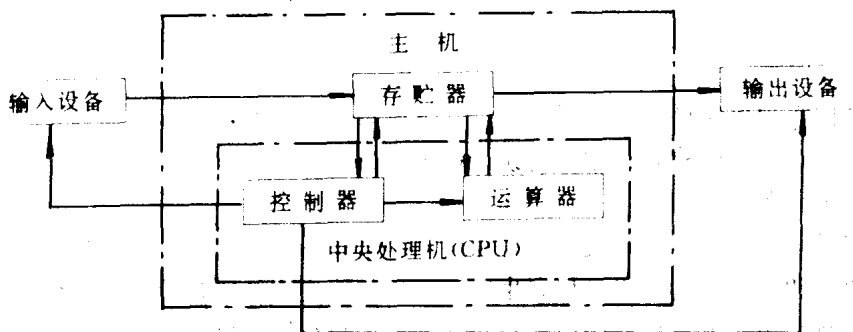


图 1.1 计算机硬件的结构框图

2. 计算机软件

计算机软件是为使用和管理计算机而编制的各种程序及有关文档的总称。计算机装置本身是物理组件，能看得见，摸得到，是硬的，称之“硬件”。软件是计算机的逻辑部分，软件的实体是程序。因此，早期人们认为软件就是计算机各种程序的总称。程序相当于算盘的口诀和运算规则，如“二一添作五，三一三十一”等，是看不见，摸不到的，相对“硬件”来说是软东西，称之“软件”。随着计算机硬件技术的几次突破性的发展以及程序规模增大，程序设计已是一个难以独立完成的工作了，这种多人分工、多方协作的方式，就要求所有参与人员必须有共同理解的约定说明，同时，还要给运行维护人员提供程序使用维护说明。“说明”成了开发使用程序不可缺少的东西。这些“说明”以文档的形式给出，所以，软件的概念也更新为：软件=程序+文档。与此同时，程序设计的概念也被软件开发所代替。随着软件概念的更新，软件逐渐作为一种独立的产品被出售，于是一种新兴的软件产业也就应运而生。

目前软件开发还停留在早期“个人作坊式”的方式上，这就与计算机应用领域的不断扩大、软件规模愈来愈大和复杂程度愈来愈高的局面极不相配。最严重的问题表现在：软件开发费用极高、生产效率极低，软件质量不高，难以维护，软件开发过程不可控制，许多软件项目在开发过程中往往中途夭折，人们把这种局面称为“软件危机”。为了摆脱这种局面，人们不得不去关心用系统工程的知识和方法，来指导软件开发，从而达到用较少的投资获得高质量软件的目标，从而使软件开发进入了一个新的软件工程的时期。

软件分为两大类，即系统软件和应用软件。

系统软件是为管理、控制和维护计算机及外设以及提供计算机与用户界面等的软件。它包括有操作系统、编辑程序、翻译程序、装配连接程序等。

操作系统是计算机系统软件的核心，用来实现计算机系统自身的硬件和软件资源管理的

基本软件。如果没有操作系统的支持，一切程序都无法工作。简单地说，操作系统相当于一个“总调度”，它控制着所有在该计算机上运行的程序并管理这个计算机的所有资源，最大限度地发挥计算机系统各个部分的作用。

编辑程序为终端用户提供了许多方便的编辑功能。目前，使用的编辑程序有行编辑程序(EDLIN)，以一行为基础进行编辑和各种修改；也有全屏幕编辑程序，可在整个屏幕范围内在任何位置上进行各种修改，使用更方便。

翻译程序是将符号语言和高级语言源程序翻译成机器语言目标程序的软件。通常有三种翻译程序：

(1) 汇编程序

将符号语言程序翻译成机器语言程序。它对符号语言源程序逐行扫描，用机器码代替助记符号，同时进行语法检查，如有错误，输出错误信息。

(2) 编译程序

将高级语言源程序转换成机器语言程序。它实际上包括翻译和查错两个功能。它包含：词法分析、语法和语义分析、中间代码生成、目标代码生成及优化等。如果发现有错，向用户报告出错信息，不生成目标程序，用户必须重新调用编辑程序对源程序进行修改，然后再次进行编译。如还有错，则还要再用编辑程序修改源程序，然后再编译，直到正确为止，此时得到目标程序。

(3) 解释程序

它也是将高级语言源程序翻译成机器指令，但它与编译程序不同，它是边翻译边执行的，即输入一句，翻译一句，执行一句，不产生整个的目标程序，翻译工作进行到遇有错误就停止，如果没有错误，则一直进行到全部执行完毕。例如，源程序有 50 个语句，第 25 个语句存在有严重的错误，则前面 24 个语句都能正常翻译和执行，进行到第 25 个语句时输出错误信息，停止运行，用户必须修改此语句，然后从头重新运行程序。打个比方，外国元首访华致词时，需要译成汉语，编译程序相当于外宾致词全部讲完之后，再进行口译；解释程序相当于外宾说一句，翻译就口译一句，一直到译完。FORTRAN、COBOL、PASCAL 语言都用编译方式，BASIC 语言多用解释方式（目前已出现编译方式 BASIC 语言）。解释方式使用灵活方便，占内存少，但执行时间长，效率低。编译方式得到的目标程序执行速度快、效率较高，但使用手续不方便和占内存多。

装配连接程序是将所有的目标程序（如主程序、子程序）和系统提供的函数库、过程库等连接在一起成为一个整体（称为可执行的程序）的软件。这是因为经过编译得到的目标程序还不能直接运行，目标程序又可能要调用内部函数、外部函数、子程序、系统提供的过程库中的程序等。因此，在运行之前就需要用“装配连接程序”将所有的目标程序与它所调用的各部分连接在一起，才能调入内存去直接运行。

因此，编好一个源程序以后，要经过编辑、编译、装配连接，才能运行，最后得到结果。通常把系统软件看作是程序运行的环境，其示意图如图 1.2 所示。

应用软件是系统软件以外的其它软件，包括标准函数库、子程序包、用于某一领域的专用软件包以及用户为了解决实际问题而专门编制的程序等。

现在已经比较清楚地知道了计算机硬件和软件以及它们之间的联系。一个不包含任何软件的计算机称为“裸机”。在裸机上只能运行机器语言程序，它的功能有限，机器效能得不到

有效的发挥。在此基础上，配置了以操作系统为核心的软件系统之后，计算机的功能和效能都得到了充分的发挥。硬件和软件的结合，构成了计算机系统，就称为“虚机”。计算机系统结构层次图，如图 1.3 所示。

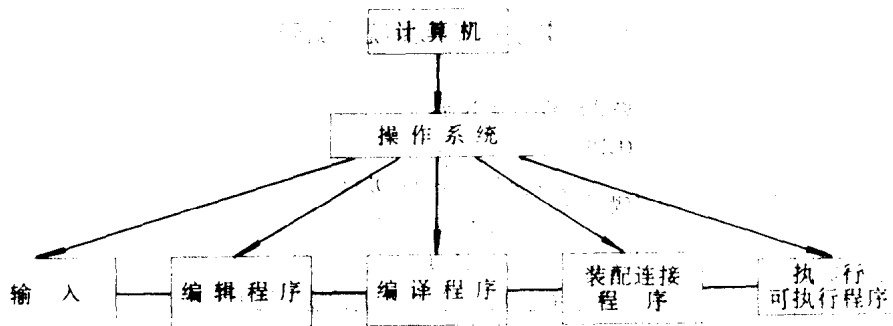


图 1.2 程序运行的环境

3. 计算机软件与硬件的关系

软件与硬件的关系体现在以下三个方面：

(1) 互相依存

计算机软件随硬件技术的迅速发展而发展，而软件的不断发展与完善又促进硬件的新发展，两者密切地交织着发展，缺一不可。例如，像计算机中断的实现，既要依靠硬件来实现中断屏蔽、中断响应及保留现场，又要依靠软件来完成中断的分析和处理。同样，操作系统虽说主体是一些程序模块，但许多功能需要硬件的支持。这充分说明了计算机软件硬件之间密切的相辅相成的关系。

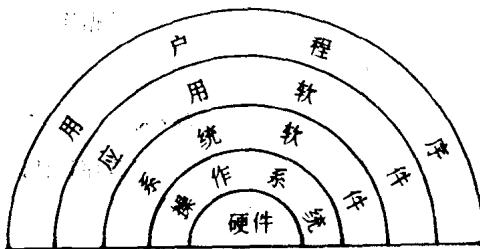


图 1.3 计算机系统结构层次图

(2) 无严格界面

在许多情况下，计算机的某些功能既可以由硬件实现，也可以由软件实现。因此，二者之间并无绝对严格的界面，即这一界面是浮动的。

随着硬件技术的迅速发展，许多以往依靠软件来处理的工作，都可以“硬”化成专用芯片或者用硬件单元来实现。例如，信号处理的专用芯片和图形处理中的三维图形产生、旋转处理的专用芯片等，其完成的速度是以往所难以想象的。

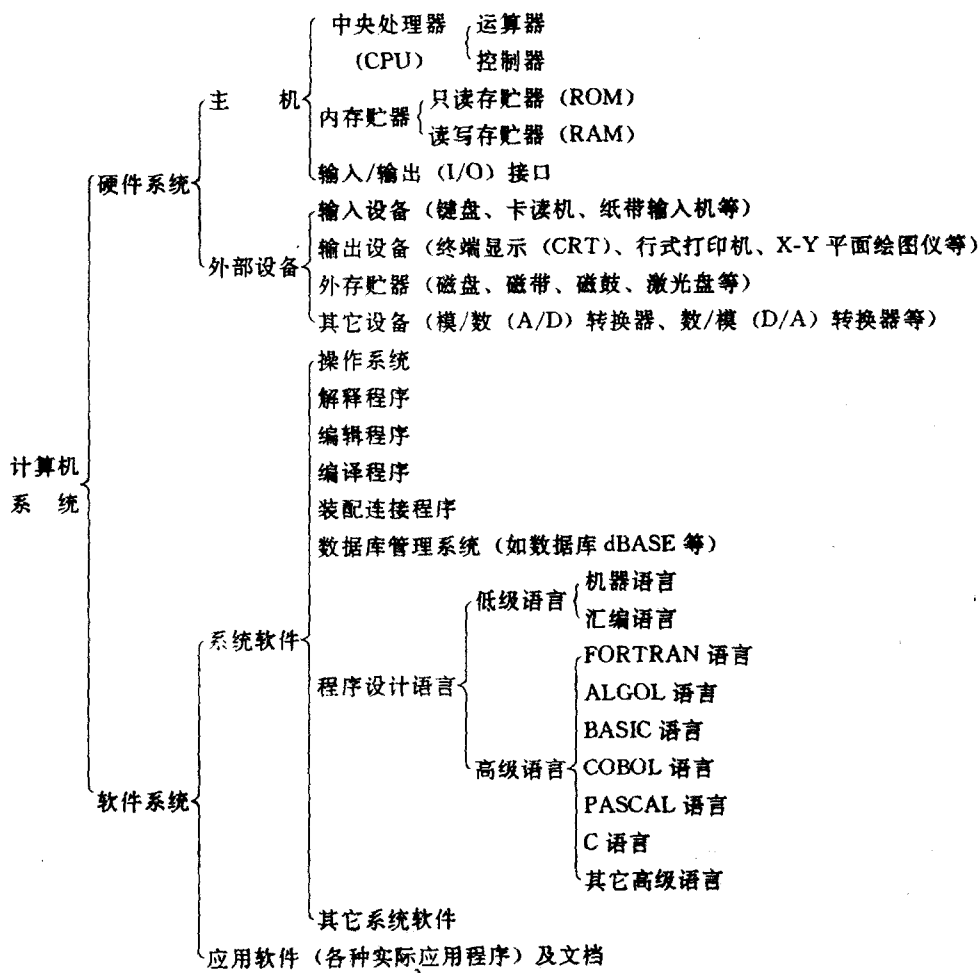
反之，也有一些过去靠硬件完成的功能，现在也可以结合软件技术实现了。例如，用微指令产生时序信号来代替复杂的定时电路，既安全可靠又便于修改。

(3) 相互促进

从以上两点可以看出软件与硬件之间相互影响和相互依赖的关系，同样，硬件或软件的发展都会产生推动和促进对方的作用。例如，过去由于内存的成本昂贵而限制用户程序的容量，随着磁盘技术的提高，现在采用内存与外存相配合的虚拟存贮技术，大大缓解了对用户程序的限制。又如各种系统软件和应用软件的不断趋于完善，又促进了智能终端、图形终端的发展。

最后，必须指出：人们现在所说的计算机，绝不能仅理解成只是其机器本身，而实际上应是由硬件系统与软件系统两大部分共同构成的一个完整的计算机系统。计算机系统一览表，见表 1.1 所示。

表 1.1 电子计算机系统一览表



§ 1.2 用系统的观点和方法开发软件

1.2.1 系统和系统工程

1. 系统

系统一词的英文是 System，若从语源上分析，拉丁文中“Syn”是“在一起”的意思，“histemi”是“放置”意思，两个词缩写连在一起，就变成英文“System”一词，就是有条理、有秩序地“放在一起”的意思。

系统是混乱、无秩序的反义词，通俗地说就是有组织、有秩序地达到某种目的。

对于系统这一概念有各种各样的定义，但都大同小异，我们选择以下有代表性的说法：

① 系统是由相互关联、相互制约的元素（元件、部件、成员、单元……）组成的综合体。

② 系统是相互关联而组合在一起的元素的集合，这些元素执行特定功能而达到特定的目的。

③ 将多个元素（指元件、部件、成员……）有机结合而能执行特定功能，达到特定目的时，称其为系统。

可见，系统应该有如下三个含义：

① 系统应该是用来完成某一特定活动的所有元素全体的集合。这些元素可以是人、工具、程序、文档和方法等。

② 系统中的各个元素应密切配合，缺一不可，即只要有一个元素出问题，就不能完成系统的全部功能。

③ 系统的总体功能一定要比系统的各个组成部分所能单独完成的功能的总和更大。

以上三点，相互独立，又相互关联。

2. 构成系统的三要素

系统的三要素，即系统处理的对象，包括物质（材料）、能量和信息。它们也是构成人类社会的三大基本资源。物质是形体和基础，能量是力量，信息相当于灵魂。

一个系统都要和物质、能量、信息发生关系。当今的时代是以信息为中心的时代，其中，信息尤为重要。系统中存在着人员、资金、物质、能量和信息的流动。其中，信息流动控制着其它流动，使之条理有序。

计算机作为信息处理的工具，在人类社会的各个领域，正在起着日益重要的作用。

3. 系统工程

对系统工程的定义、范畴等，也有各种说法，我们选择具有典型性的以下几种：

① 系统工程是为了合理地进行系统地研制、设计、运用等而采用的思想、程序、组织、方法等的总称。

② 系统工程是研究如何合理地达到人们某种特定的目的所采用的方法的学问。

③ 系统工程是关于组织、管理、规划、研究、设计、制造、试验和使用系统的科学方法，是一种对所有的系统都适用的概括性的科学方法。

④ 系统工程是通过对系统的分析、规划，来充分发挥系统中的 4M（即材料（Material）、设备（Machine）、人员（Man）、资金（Money））作用的工程。

由以上几种说法可知，系统工程更强调人对客观事物的巧妙利用，它是“事理”科学，即为方法学或“意图”学。而一般的工程（如电气工程、机械工程等）却是以物质世界的运动规律的描述和应用为基础的、运行性的、操作性的学科，即为“运行”学。

4. 系统工程的方法

了解到系统工程和一般工程的不同点，就可以知道系统工程的方法是以系统思考的观点为基础的，其特征：

① 观察、测定、研究系统中各组成元素间或子系统间的复杂关系，从而认识系统所特有的机制。

② 发现各组成元素间或各子系统间的性质、构造与整体性质间的固有关系。

③ 根据共同的目的和评价尺度,评价各元素和子系统,由此认识各元素或子系统对整个系统的重要程度。

④ 依据各元素和子系统的重要程度的顺序,分配相互制约的资源,特别是重点资源的有效分配,做到资源充分共享。

一般工程,它着眼于一个个元素来确保整体性能。这种观点的结论是元素性能优良,整体性能才能优良。系统工程被人奉为“科学的科学”、“技术的技术”、“工程的工程”。更透澈一点的说法,可以把它叫做“办事的科学”,即是“事理”科学。从这个意义上来说,系统工程是指导一切工程的科学。与一般工程有联系,有共性,又有区别。系统工程它不仅着眼于个别元素的优良与否,而且还要求巧妙地利用元素间或子系统间的联系,来大大提高其整体的水平。系统工程方法的精髓是将具有某一种性能的元素和具有第二种性能的元素巧妙地组合,从整体上实现几种以至更多种不同的性能。

根据系统总体的要求,由上而下的顺序开发的过程,大体上共包括六个阶段,如图 1.4 所示。

在系统工程中,要求它用科学的方法来回答下列四个方面的问题:

① 怎样把一个大的总目标分解成一些小的目标?

② 如何根据系统的总指标来确定各个子系统的指标?

③ 如何来协调系统中各元素的关系,从而保证总体的性能水平?

④ 如何根据总的进展要求来合理安排各环节的轻重缓急,确定最优步骤,确定各阶段的进度要求?

5. 系统的设计、评价与可靠性

在系统工程中,应十分重视的三个问题是:系统的设计、评价与可靠性。

① 系统设计是按照所要求的目标或目的和运行环境条件,来确定相应的系统,使之符合人们的要求;

② 系统评价是对系统设计的一种鉴定,以决定系统是否达到了预定的各项指标,是否能投入使用(或运行),是否应继续使用或加以修改;

③ 系统可靠性是衡量一个系统在技术性能达到要求的情况下能否运用以及质量好坏的最重要的指标。一个不可靠的系统,不但无法使用,而且往往造成其它有关系统的损坏,甚至带来严重的后果。

1.2.2 用系统工程的观点和方法指导软件开发

1. 从软件危机到软件工程

60 年代出现的“软件危机”,主要表现在:软件系统发展越来越快,软件规模越来越大而软件设计仍停留在手工业生产水平上,两者的矛盾日益尖锐。人们突出的感受是:依靠以往

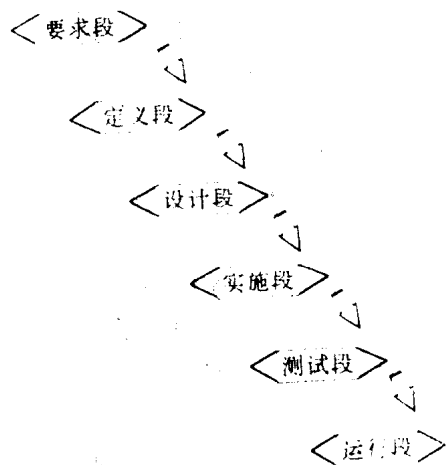


图 1.4 由上而下的顺序开发过程

传统的方法再也无法驾驭极其复杂的软件生产了。为了克服软件危机，人们纷纷寻找各种途径，有人提出用系统工程的原理和方法来管理软件生产（开发）过程的设想，到1968年在北大西洋公约组织（NATO）的学术会议上第一次提出了称为“软件工程”的术语，目的是想凭借工程化的思想来指导软件生产（开发）过程，从而达到用较少的投资来获得高质量的软件。

2. 软件工程是系统工程的产物

我们已知道，计算机系统包括硬件和软件两个子系统。因而，计算机系统工程就分为硬件工程和软件工程两个部分。计算机系统工程是一种问题求解的活动，其主要内容是对系统所要求的功能加以揭示和分析，并把它们分配给系统的各个部分（子系统）。计算机系统工程的流程示意图，如图1.5所示。

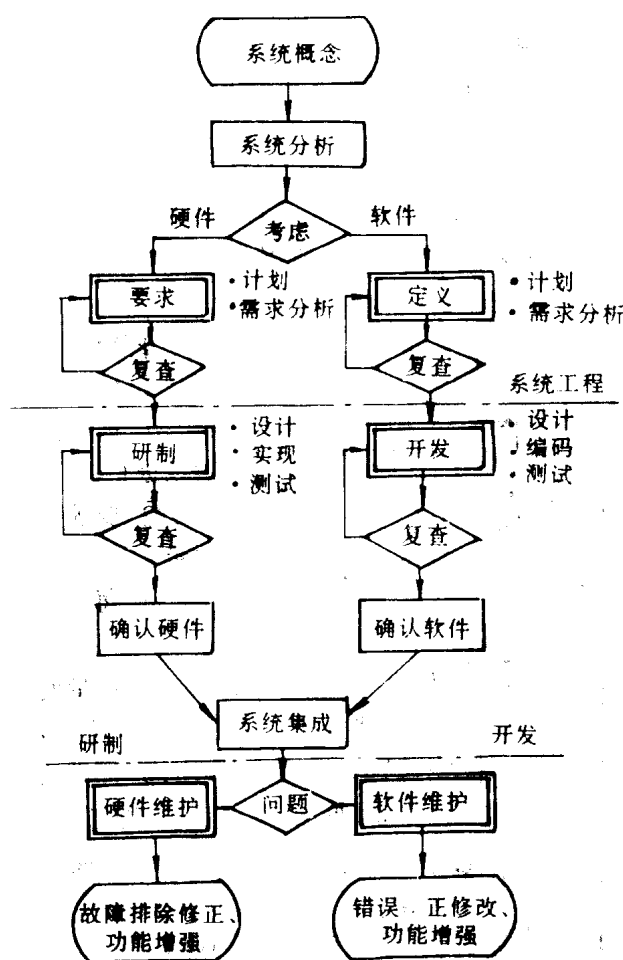


图 1.5 计算机系统工程的流程示意图

硬件工程的研制过程是系统工程的产物。软件工程是在模仿硬件工程研制中所形成的一套行之有效的办法而建立起来的。虽然，在软件与硬件之间存在着根本区别，但在计划、开发、复审、管理和实现等方面的概念上则是类似的，周期是相同的，目标也是一致的。在硬件研制和软件开发过程中，两者都贯穿着一条主线：总体—分块—实现—测试—确认—使用。